

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
4 avril 2002 (04.04.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/26431 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
B23D 57/00, B28D 5/00, 7/00

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : **HAUSER,**
Charles [CH/CH]; Chemin Nuyerrates, CH-1272 Greno-
lier (CH).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB01/01624

(22) Date de dépôt international :
7 septembre 2001 (07.09.2001)

(74) Mandataire : **MICHELI & CIE**; 122, rue de Genève, C.P.
61, CH-1226 Genève-Thônex (CH).

(25) Langue de dépôt : français

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AT
(modèle d'utilité), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA,
CH, CN, CO, CR, CU, CZ, CZ (modèle d'utilité), DE, DE
(modèle d'utilité), DK, DK (modèle d'utilité), DM, DZ,
EC, EE, EE (modèle d'utilité), ES, FI, FI (modèle d'utili-
té), GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP,
KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT,
RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (modèle d'utilité), SL,
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(26) Langue de publication : français

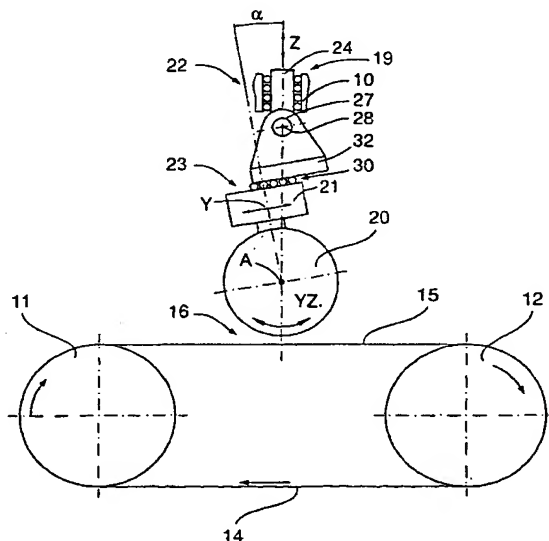
(30) Données relatives à la priorité :
1896/00 28 septembre 2000 (28.09.2000) CH

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **HCT**
SHAPING SYSTEMS SA [CH/CH]; 42, route de Genève,
CH-1033 Cheseaux (CH).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: WIRE SAW WITH MEANS FOR PRODUCING A RELATIVE RECIPROCATING MOTION BETWEEN THE
WORKPIECE TO BE SAWN AND THE WIRE

(54) Titre : DISPOSITIF DE SCIAGE PAR FIL AVEC DES MOYENS POUR EFFECTUER UN MOUVEMENT D'OSCILLATION
RELATIF ENTRE LA PIÈCE A SCIER ET LE FIL



(57) Abstract: The invention concerns a sawing device comprising a wire assembly (15) supported on wire-guiding rolls (11, 12) and pressed against a workpiece to be sawn (20) fixed on a support table (21). A oscillating device (23) enables to produce a relative reciprocating movement between the workpiece to be sawn and the wire assembly (15) around an oscillation axis (A) whereof the spatial position can be adjusted and programmed so that said oscillation axis (A) is at a programmable and adjustable distance from an effective axis of rotation (28) of the oscillating device (23). In one embodiment, the oscillating device (23) comprises therefor rotating members (27), and translating members along two directions (Z and Y) contained in the cutting plane, thereby enabling to obtain very planar sawn slices with very even surface texture and improved sawing efficiency.

[Suite sur la page suivante]

WO 02/26431 A1



(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(57) **Abrégé :** Le dispositif de sciage comprend une nappe de fil (15) supportée par des cylindres guide-fils (11, 12) et en appui contre une pièce à scier (20) fixée sur une table support (21). Un dispositif d'oscillation (23) permet de produire un mouvement d'oscillation relatif entre la pièce à scier (20) et la nappe de fils (15) autour d'un axe d'oscillation (A) dont la position spatiale peut être réglée et programmée de façon que cet axe d'oscillation (A) se trouve à une distance programmable et réglable d'un axe de rotation effectif (28) du dispositif d'oscillation (23). Dans un mode d'exécution, le dispositif d'oscillation (23) comprend à cet effet des organes de rotation (27), et des organes de translations selon deux directions (Z et Y) contenus dans le plan de découpe. On obtient ainsi des tranches sciées très planes avec un état de surface très régulier et une efficacité de sciage améliorée.

DISPOSITIF DE SCIAGE PAR FIL AVEC DES MOYENS POUR EFFECTUER UN
MOUVEMENT D'OSCILLATION RELATIF ENTRE LA PIECE A SCIER ET LA FIL

La présente invention concerne un dispositif de sciage par fil comprenant au moins une nappe de fils susceptible de se déplacer selon un mouvement alternatif ou continu, cette nappe de fils étant appuyée contre une pièce à scier et supportée par des cylindres guide-fil, des premiers moyens étant prévus pour effectuer un mouvement d'avance relatif entre la pièce à scier et la nappe de fils suivant une direction de découpe contenue dans un plan de découpe, des seconds moyens étant prévus pour effectuer un mouvement d'oscillation relatif entre la pièce à scier et la nappe de fils autour d'un axe d'oscillation perpendiculaire au plan de découpe.

Dans ce type de dispositif, le fil est enroulé en spirale autour des cylindres guide-fils et forme entre deux cylindres guide-fils au moins une nappe de fils parallèles dont la distance entre deux fils consécutifs fixe l'épaisseur des tranches. De plus le plan de la ou des nappes de fils forme, dans des dispositifs connus, un angle fixe généralement perpendiculaire à la direction de sciage, ce qui peut induire des ondulations et des stries sur la surface des tranches en cas de mouvement général latéral de la nappe de fils résultant d'oscillations thermiques par exemple. Ces ondulations, même de quelques micromètres d'amplitude, suffisent à rendre inutilisables les tranches pour certaines applications telles que du silicium pour l'industrie des semi-conducteurs. De plus lors de l'utilisation de mouvements de va-et-vient une rugosité due à l'inversion de sens apparaît. La tendance des utilisateurs de tranches est de spécifier celles-ci avec une surface brute de sciage la plus parfaite possible afin de réduire les opérations subséquentes de lappage ou de rectification et de polissage. De plus lors de l'utilisation d'abrasif libre, l'abrasif entraîné par le fil va s'user le long du chemin de sciage et donc modifier la largeur du trait de scie. Cette usure va, en conséquence, entraîner une variation de l'épaisseur des tranches. Les résultats de sciage ainsi que les tolérances obtenues seront dépendantes de la pénétration de l'abrasif entre le fil et la pièce à scier ainsi que de son usure le long du chemin de sciage. Cette usure de l'abrasif va dépendre du type d'abrasif et de la longueur sciée ou engagée c'est-à-dire de la dimension des lingots. Cette dimension étant

en augmentation constante en raison des progrès de la technologie de la croissance des cristaux, le phénomène a tendance à s'accroître. Elle dépendra également de la quantité de matière enlevée par unité de longueur et par unité de temps. Lors de la découpe de pièces de forme non rectangulaire ou carrée, la longueur sciée par la nappe de fils ou longueur engagée varie en fonction de la profondeur de sciage. La pénétration de l'abrasif, donc l'usure de l'abrasif va donc varier en fonction de la hauteur sciée induisant dans la forme de la pièce une variation d'épaisseur qui est fonction de la hauteur. Cette variation d'épaisseur peut être suffisamment importante pour que les tolérances données par l'utilisateur soient dépassées.

Des dispositifs de sciage par fil du type précité avec oscillation de la nappe de fil ou de la pièce à scier sont déjà connus, spécialement dans l'industrie des composants électroniques, des ferrites, des quartz et silices, pour l'obtention en tranches fines de matériaux tels que le siliçium poly ou monocristallin ou d'autres matériaux, tels que GaAs, InP, GGG ou également quartz, saphir synthétique, voire céramique. Le prix élevé de ces matériaux rend le sciage par fil plus attractif comparativement à d'autres techniques comme le sciage par disque diamanté.

Certains des dispositifs connus comme par exemple celui illustré à la figure 11 présentent un mouvement d'oscillation de la pièce à scier.

Ce mouvement d'oscillation est cependant toujours à axe de rotation A fixe dont la position est déterminée une fois pour toute par la construction mécanique du dispositif de sciage. Cette position ne peut donc être variée et modifiée ultérieurement. Ainsi cette position fixe de l'oscillation ne permet pas d'éviter des ondulations et des stries des tranches obtenues. En outre elle peut même produire d'autres irrégularités pendant la découpe dues à une oscillation à positionnement inadéquat.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précités et elle est caractérisée à cet effet par le fait que les seconds moyens comprennent un dispositif d'oscillation comportant au moins un axe de rotation effectif et des organes mobiles agencés de façon à produire un mouvement d'oscillation relatif entre la pièce à scier et la nappe de fils autour d'un axe d'oscillation dont la

position spatiale peut être réglée et programmée de façon que cet axe d'oscillation se trouve à une distance programmable et réglable dudit axe de rotation effectif.

5 Ainsi les positions relatives de la nappe de fil et de l'axe d'oscillation peuvent être réglées et variées selon les applications. La précision des tranches et pièces sciées se trouve donc grandement améliorée. L'état de surface des tranches obtenues est très régulier étant donné qu'un mouvement d'oscillation à axe précisément positionné permet d'obtenir un effet de polissage et de lappage pendant le sciage. Toute ondulation et rugosité peut être évitée par la superposition au cours du sciage d'une opération de lappage et de rectification
10 induit par des oscillations de la pièce à scier autour d'un axe dont la position peut être réglée et programmée de façon optimale. En outre cette oscillation particulière permet un meilleur contrôle de la pénétration de l'abrasif le long du chemin de sciage et un effet de déburrage du fil améliorant ainsi son efficacité de sciage.

15 Dans un mode d'exécution favorable le dispositif de sciage comporte une table support sur laquelle la pièce à scier est fixée et le dispositif d'oscillation est agencé de façon à agir sur cette table support.

En alternative, le dispositif d'oscillation est agencé de façon à agir sur les organes mécaniques supportant les cylindres guide-fils.

20 Selon un mode d'exécution préféré le dispositif d'oscillation comprend des premiers organes pour effectuer une rotation autour d'un axe de rotation perpendiculaire au plan de découpe, des seconds organes pour effectuer un déplacement suivant une direction parallèle au plan de découpe et des troisièmes organes pour effectuer un mouvement de translation suivant une direction
25 confondue avec la direction de découpe.

Ces caractéristiques assurent une construction particulièrement fiable tout en assurant une très grande qualité des produits sciés.

Selon un autre mode d'exécution, le dispositif d'oscillation comprend deux organes rotatifs pour effectuer des rotations autour de deux axes de rotation
30 perpendiculaires au plan de découpe et des organes de translation pour effectuer un mouvement de translation suivant une direction confondue avec la direction de découpe.

Encore selon un mode d'exécution supplémentaire, le dispositif d'oscillation comprend trois organes rotatifs pour effectuer des rotations autour de trois axes de rotation perpendiculaires au plan de découpe.

Un autre mode d'exécution favorable est caractérisé par le fait que le
5 dispositif d'oscillation comprend une bascule montée pivotante suivant l'axe de rotation perpendiculaire au plan de découpe, les cylindres guide-fils étant montés sur au moins un support pouvant être déplacé sur cette bascule suivant une direction parallèle au plan de découpe, des organes de translation étant prévus pour produire un déplacement relatif entre la pièce à scier et ledit axe de rotation
10 suivant une direction confondue avec la direction de découpe.

Favorablement, le dispositif de sciage comprend une unité de commande programmable destinée à contrôler les mouvements de rotation et de translation produits par le dispositif d'oscillation de façon que la combinaison de ces mouvements générés a pour résultat un mouvement d'oscillation autour d'un axe
15 d'oscillation dont la position est susceptible d'être programmée.

L'unité de commande peut ainsi être agencée de façon à produire un mouvement d'oscillation qui peut présenter des amplitudes et des fréquences variables au cours du temps et/ou en fonction de la profondeur du sciage.

D'autres avantages ressortent des caractéristiques exprimées dans les
20 revendications dépendantes et de la description exposant ci-après l'invention plus en détail à l'aide de dessins qui représentent schématiquement et à titre d'exemples deux modes d'exécution et des variantes.

La figure 1 est une vue latérale schématique d'un premier mode d'exécution.

25 La figure 2 illustre partiellement ce premier mode d'exécution dans trois positions différentes.

La figure 3 est une vue en perspective d'une réalisation mécanique du premier mode d'exécution.

La figure 4 est une vue latérale schématique d'une variante du premier
30 mode d'exécution.

La figure 5 illustre un second mode d'exécution dans trois positions différentes.

La figure 6 est une vue en perspective d'une réalisation mécanique de ce second mode d'exécution.

Les figures 7 et 8 illustrent un troisième et un quatrième mode d'exécution dans trois positions différentes.

5 La figure 9 illustre un cinquième mode d'exécution dans trois positions.

La figure 10 est une vue en perspective d'une réalisation mécanique de ce cinquième mode d'exécution.

La figure 11 représente partiellement un dispositif de sciage à mouvement d'oscillation connu.

10 Le dispositif ou la machine de sciage par fil illustré aux figures 1 à 3 constitue un premier mode d'exécution. Ce dispositif comprend un bâti 10 supportant au moins deux cylindres guide-fils 11,12 sur lesquels un fil 14 est enroulé en spiral pour former au moins une nappe de fils 15 dont la distance entre deux fils voisins fixe l'épaisseur des tranches sciées. Les cylindres guide-fils 11,12
15 sont à cet effet généralement revêtus d'une couche en matière synthétique gravée avec des gorges définissant l'intervalle entre les fils voisins de la nappe. Le fil est soit recouvert d'un abrasif fixe soit alimenté de manière continue avec un abrasif libre, généralement en suspension dans un liquide. Le fil sert donc de transporteur aux particules d'abrasif qui, elles, effectuent le travail de sciage dans une zone
20 dite de sciage 16. Ce fil est favorablement constitué d'acier à ressort d'un diamètre compris entre 0,1 et 0,2 mm afin de scier des blocs de matériaux durs ou de composition plus particulière, tels que silicium, céramique, composés des éléments des groupes III - V, GGG (Grenat à Gadolinium-Gallium), saphir, etc., en tranches de 0,1 à 5 mm d'épaisseur environ. L'agent abrasif est un produit du
25 commerce et peut être du diamant, du carbure de silicium, de l'alumine, etc., sous forme fixée au fil ou sous forme libre en barbotine.

La pièce à scier 20 est fixée sur une table support 21 et cette dernière est montée de façon mobile sur le bâti 10 grâce à un dispositif de contrôle 22 des déplacements de la pièce à scier 20 par rapport à la nappe de fils. Ce dispositif de
30 contrôle 22 englobe d'une part, un dispositif d'avance 19 pour effectuer un mouvement d'avance relatif entre la pièce à scier 20 et la nappe de fils 15 suivant la direction de découpe Z contenue dans le plan de découpe YZ qui est

perpendiculaire aux axes des cylindres guide-fils 11,12, et d'autre part un dispositif d'oscillation 23 agencé de façon à effectuer un mouvement d'oscillation de la pièce à scier 20 tel que la position de l'axe de rotation A de ce mouvement d'oscillation puisse être réglée et prédéterminée.

5 Ce dispositif de contrôle 22 comprend à cet effet une coulisse 24 montée de façon mobile sur le bâti 10 suivant la direction de découpe Z et entraînée par un moteur 25. Cette coulisse 24 correspond également audit dispositif d'avance 19 et elle est solidaire d'un bras 26 perpendiculaire agencé suivant une direction X perpendiculaire à la direction Z et au plan de découpe YZ.

10 Un arbre 27 dont l'axe principal 28 est parallèle à X est monté pivotant sur la coulisse 24 et le bras 26. Cet arbre 27 est actionné par un vérin motorisé 29 par l'intermédiaire de deux leviers 34 et peut tourner d'un angle α autour de l'axe 28 avec une fréquence et amplitude réglable.

La table support 21 est montée sur l'arbre 27 par l'intermédiaire d'un
15 mécanisme de translation 30. Ce dernier comprend deux rails 31,32 solidaires de l'arbre 27 sur lesquels la table support 21 est montée de façon coulissante suivant une direction Y. Ce déplacement suivant la direction Y est contrôlé grâce à un actionneur 33. Le moteur 25, le vérin 29 et l'actionneur 33 sont contrôlés par une unité de commande électronique programmable 35, tel qu'un ordinateur.

20 Ainsi, le mouvement d'oscillation obtenu par le dispositif de contrôle 22 et le dispositif d'oscillation 23 peut être décomposé en deux déplacements de translation suivant les directions Y et Z et une rotation d'un angle α autour de l'axe 28 perpendiculaire aux directions Y et Z formant le plan de découpe YZ qui contient la direction de découpe Z et qui est parallèle aux fils de la nappe de fils 15
25 et perpendiculaire au plan de la nappe de fils 15.

Pour une rotation d'un angle α autour de l'axe de rotation 28 et une oscillation du même angle α autour d'un axe d'oscillation A dont la position spatiale peut-être programmée de façon que cet axe d'oscillation A se trouve à une distance prédéterminée Z_0 de l'axe de rotation 28, on a pour le dispositif
30 illustré aux figures 1 à 3 les déplacements suivants:

$$Z_{\alpha} = \left(\frac{Z_o(1 - \cos \alpha)}{\cos \alpha} \right)$$

$$Y_{\alpha} = Z_o \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Où Z_o est égal à la distance séparant l'axe de rotation 28 et le point ou l'axe
5 d'oscillation A;

Z_{α} correspond au déplacement de la coulisse 24 par rapport au bâti 10
suivant la direction Z à partir d'une position médiane alignée dans laquelle l'angle
 α est nul; et

Y_{α} correspond au déplacement de la table support 21 par rapport aux rails
10 31,32 et à l'arbre 27 suivant la direction Y.

Ainsi les translations Y_{α} et Z_{α} sont des fonctions de l'angle α et, lorsque ce
dernier varie continuellement, des fonctions du temps. La distance Z_o est un
paramètre programmable et réglable du dispositif donné par la distance entre l'axe
15 28 de rotation mécanique et l'axe d'oscillation A effectif obtenu. Elle peut être fixe
ou variable en fonction du temps. La position de l'axe d'oscillation A est
programmée dans le mode d'exécution illustré aux figures 1 et 2 sur le centre de la
pièce à scier 20 qui est ici cylindrique. On aura donc une distance Z_o constante.

La figure 2 illustre la position des différents composants du dispositif de
20 sciage dans trois positions différentes, dans lesquelles la position du point ou de
l'axe d'oscillation A reste inchangée, en effectuant le déplacement vertical Z_{α} .

Au contraire cette position de l'axe d'oscillation A pourra également être
programmée de façon à être située sur la nappe du fil 15 ou à une distance
prédéterminée de la nappe de fils, la distance Z_o diminuera alors continuellement
25 en fonction du temps et de l'avance de la découpe.

Dans la variante du premier mode d'exécution illustrée à la figure 4,
l'ensemble des éléments mécaniques est identique au premier mode d'exécution,
si ce n'est que le dispositif de sciage au lieu de présenter une nappe de fils
parallèles comporte deux nappes de fils croisés 15a et 15b. Le fil est enroulé de
30 façon croisée autour des cylindres guide-fils 11,12 et forme ainsi entre ces deux
cylindres guide-fils deux nappes 15a et 15b qui se croisent suivant une droite 40.

Le dispositif de sciage comporte encore deux cylindres guide-fils extérieurs 41,42 nécessaires pour le parallélisme des fils des deux nappes croisées 15a et 15b. Le dispositif de contrôle 22 et le dispositif d'oscillation 23 peuvent ainsi être programmés de façon que l'axe d'oscillation A est confondu avec la droite 40 de
 5 croisement des nappes 15a et 15b. On obtient alors une découpe particulièrement précise et rapide.

Le second mode d'exécution illustré aux figures 5 et 6 présente une construction mécanique différente du dispositif de contrôle 52 des déplacements de la pièce à scier 20 et du dispositif d'oscillation 53. Ce dernier comprend
 10 également une coulisse 54 montée de façon mobile sur le bâti 10 suivant une direction Z et entraînée par un moteur 55. Une table 56 à déplacement transversal est montée sur la coulisse 54 et peut être déplacée au moyen d'un moteur 57 suivant une direction Y perpendiculaire à la direction de découpe Z et parallèlement aux fils de la nappe à fils. Cette table 56 porte un mécanisme à
 15 plateau rotatif 58 entraîné par un moteur 59 pour effectuer un déplacement angulaire α autour d'un axe de rotation 60 parallèle à une direction X et perpendiculaire aux directions Y et Z.

Le plateau rotatif 58 est solidaire de la table support 61 sur laquelle est fixée la pièce à scier 20. Les moteurs 55,57 et 59 sont commandés par une unité
 20 de commande. Le mouvement d'oscillation de la pièce à scier est également obtenu grâce à deux déplacements de translation suivant les directions Y et Z et une rotation α autour de l'axe 60. Pour une oscillation d'un angle α autour de l'axe d'oscillation A, les relations mathématiques suivantes existent entre α , Z_α et Y_α :

$$Z_\alpha = Z_0 (1 - \cos \alpha)$$

$$25 \quad Y_\alpha = Z_0 \cdot \sin \alpha$$

ou Z_0 est égal à la distance séparant l'axe de rotation 60 et l'axe d'oscillation A;

Z_α correspond au déplacement de la coulisse 54 par rapport au bâti 10 suivant la direction Z;

Y_α correspond au déplacement de la table support 61 et du plateau rotatif
 30 58 par rapport à la coulisse 54 suivant la direction Y.

La figure 5 illustre la position des différents composants du dispositif de sciage dans trois positions différentes, dans lesquelles la position du point ou de l'axe d'oscillation A reste inchangée en effectuant le déplacement Z_α .

Ainsi ce second mode d'exécution permet d'obtenir des mouvements
 5 d'oscillation de la pièce à scier 20 autour d'un axe d'oscillation A dont la position peut être programmée, réglée et prédéterminée de façon identique au premier mode d'exécution et de façon que l'axe d'oscillation A se trouve à une distance Z programmable et réglable de l'axe de rotation effectif 60. Evidemment ce dispositif d'oscillation 53 pourra être utilisé avec des nappes de fils de toute nature, simples
 10 ou croisées comme le premier mode d'exécution et sa variante.

Dans le troisième mode d'exécution illustré à la figure 7, le dispositif d'oscillation 73 au lieu de prévoir deux translations et une rotation possède deux axes de rotation effectifs 74,75 et une translation selon la direction de découpe Z. Ainsi, la pièce 20 à scier est montée sur une table support 21 qui est solidaire d'un
 15 premier organe ou levier oscillant 76 monté pivotant selon un premier axe de rotation 74 sur un second organe ou levier oscillant 77 monté pivotant selon un second axe de rotation 75 sur une coulisse 78 agencée de façon mobile suivant la direction de découpe Z sur le bâti 10 stationnaire. Grâce à la coulisse 78 et les deux bras oscillants 76,77 qui peuvent être entraînés par des moteurs non illustrés
 20 commandés par une unité de commande, il est possible de produire un mouvement d'oscillation de la pièce autour d'un axe d'oscillation A dont la position spatiale peut être réglée et programmée de façon que cet axe d'oscillation A se trouve à tout moment à une distance programmable et réglable du second axe de rotation 75 ou d'un point de référence du bâti 10, telle que la limite inférieure 79 du
 25 chemin de guidage de la coulisse 78.

Si l'on produit une oscillation de la pièce à scier d'un angle α autour de l'axe d'oscillation A stationnaire par rapport au bâti 10, il y a lieu de produire les déplacements des pièces obéissant aux lois suivantes:

$$Z_\alpha = Z_0 - (a \cdot \cos\alpha + b \cdot \cos\beta)$$

$$30 \quad a \cdot \sin\alpha = b \cdot \sin\beta$$

où a et b sont les longueurs des deux leviers 76 et 77, a correspond en fait à la distance programmable entre l'axe de rotation 74 et l'axe d'oscillation A;

Z_0 correspond à la somme des longueurs $a + b$;

Z_α est le déplacement à produire par la coulisse 78; et

β correspond à la rotation du levier 77 autour de l'axe de rotation 75.

En fait, lorsque le second levier 77 tourne suivant un sens donné d'un angle β autour de l'axe de rotation 75, le premier levier 76 tourne suivant le sens contraire d'un angle $\alpha + \beta$ autour de l'axe de rotation 74 et la coulisse 78 se déplace vers le bas d'une distance Z_α pour que l'axe d'oscillation A reste stationnaire. Dans ce mode d'exécution, la distance b est fixe et donnée par la construction mécanique du dispositif d'oscillation 73. Par contre, la distance a est un paramètre programmable et sa grandeur dépend de la position désirée de l'axe d'oscillation A.

Le quatrième mode d'exécution représenté à la figure 8 montre une autre possibilité de réaliser l'invention en utilisant trois rotations qui combinées correctement permettent la rotation α autour d'un axe d'oscillation A se situant à une position spatiale prédéterminée programmable et réglable d'un point de référence du bâti. Ainsi la pièce à scier 20 est montée sur une table support 21 solidaire d'un premier levier 86 monté pivotant grâce à un premier axe de rotation 87 sur un second levier 88 qui est monté pivotant grâce à un second axe de rotation 89 sur un troisième levier 90 et ce dernier pivote autour d'un troisième axe de rotation 91 fixe par rapport au bâti du dispositif de sciage.

Ainsi si l'on désire produire une rotation de la pièce à scier d'un angle α autour de l'axe de rotation A dont la position doit être stationnaire par rapport au bâti, on doit produire les rotations des leviers 86,88 et 90 obéissant aux lois suivantes:

$$Z_0 = a \cdot \cos\alpha + b \cdot \cos\beta + c \cdot \cos\gamma$$

où Z_0 est égale à la distance programmée séparant le troisième axe de rotation 91 de l'axe d'oscillation A, a, b et c étant les longueurs des leviers 86,88 et 90; en fait a correspond à la distance programmable entre l'axe de rotation 87 et l'axe d'oscillation A; α, β et γ correspondent aux angles de rotation que les leviers 86,88 et 90 occupent par rapport à la verticale à la figure 8.

Dans les quatre modes d'exécutions décrits précédemment, le dispositif d'oscillation est monté sur le mécanisme d'avance de la table support de la pièce

à scier. Ceci n'est pas le cas dans le cinquième mode d'exécution illustré aux figures 9 et 10. Ce dernier comprend une nappe de fils 100 supportée par des cylindres guide-fils 101,102 montés sur un dispositif d'oscillation 103. Ce dispositif 103 possède un cadre bascule 104 monté pivotant sur le bâti 105 du dispositif de sciage grâce à un pivot 110 dont l'axe de rotation est perpendiculaire au plan de découpe YZ. Les deux cylindres guide-fils 101,102 sont chacun monté tournant sur une pièce de support 106,107 et ces pièces de support rendues solidaires par des barres de liaison 108 sont agencées grâce à des paliers à roulement 109 de façon mobile suivant une direction Y sur le cadre 104 du dispositif d'oscillation.

La pièce à scier 20 est fixée sur une table support 115 solidaire d'une coulisse 116 agencée de façon mobile suivant une direction de découpe Z sur le bâti 105 au moyen de paliers à roulement 117. Le mouvement de rotation du cadre 104 autour du pivot 110 est commandé grâce à un vérin motorisé 120. La translation des cylindres guide-fils 101,102 suivant la direction Y est obtenue au moyen d'un vérin motorisé 121 et la translation de la pièce à scier 20 suivant la direction de découpe Z est produite par un moteur 122. Les vérins 120,121 et le moteur 122 sont commandés par une unité de commande qui peut être programmé de façon que la combinaison des translations selon Y et Z et la rotation autour du pivot 110 produisent un mouvement d'oscillation autour d'un axe d'oscillation A dont la position spatiale est programmable et réglable.

Dans ce mode d'exécution le dispositif d'oscillation 103 est montée sur le mécanisme supportant les cylindres guide-fils. Les translations de correction suivant la direction Z sont effectuées par la coulisse 116 supportant la pièce à scier. Ces translations pourront bien entendu également être associées au mécanisme supportant les cylindres guide-fils 101,102.

Le but de l'invention consiste donc de façon générale à permettre au dispositif de sciage de varier l'angle que fait la pièce à scier 20 par rapport à la ou aux nappes de fils 15 en cours de sciage en imprimant à la pièce à scier ou à la nappe de fils un mouvement de balancement ou d'oscillation parallèle à la nappe de fils autour d'un point A quelconque fixe ou variable choisit selon les nécessités du procédé. Pour ce faire, on produit par exemple deux déplacements suivant les directions Z et Y et une rotation α . Les trois mouvements sont indépendants et

peuvent être activés indépendamment les uns des autres ou ont un mouvement lié par une fonction qui détermine le point ou l'axe d'oscillation A choisis. Ce mouvement d'oscillation permet de diminuer la longueur engagée de fil en cours de sciage ainsi que d'améliorer la pénétration de l'abrasif. Le taux de renouvellement de l'abrasif le long du chemin de sciage par le mouvement d'oscillation de la pièce à scier par rapport à la nappe de fils s'en trouve accru, d'où une augmentation de l'efficacité de sciage. Les passages successifs de la surface déjà sciée de la tranche, dus aux oscillations de la pièce auront un effet de lappage sur la surface de la tranche, donc elles diminuent les ondulations et la rugosité de la surface. Le choix de la position de l'axe d'oscillation A se fera par exemple au centre de la pièce à scier ou au point de contact de la pièce à scier et de la nappe de fil. Dans ce dernier cas il faudra la programmer comme une fonction de la position relative de la table de support 21 par rapport à la nappe de fils. Pour réaliser cette fonction, on pourra le faire par exemple de manière électronique à partir d'une commande numérique en introduisant dans celle-ci les coordonnées fonction du temps ou de la position relative de la table support. Chacun des mouvements, à savoir la ou les rotations et les translations, devra être activé indépendamment mais pourra être lié par une fonction mathématique dépendant du point ou de l'axe d'oscillation A choisi. De plus la fréquence et l'amplitude de rotation autour de l'axe choisi pourra être variable en fonction de la position relative de la table ou de l'avance de la découpe.

La précision des pièces à scier très importante pour des applications semi-conducteurs dépend de la position du fil au cours du sciage, ainsi que de l'état de surface (ondulation et rugosité). Cet état de surface, s'il n'est pas contrôlé, peut mettre en cause la totalité de la technique de sciage. Cette dernière requiert donc en plus un dispositif d'oscillation universel qui permet de minimiser ces défauts en cours de sciage, car même des variations faibles résulteront en des tranches non acceptables pour les procédés subséquents.

Les exigences des applications en électronique, par exemples liées aux dimensions grandissantes des pièces à scier, nécessitent que même les plus petites variations doivent être évitées. Il ne suffira donc plus de scier de manière continue les tranches, mais de superposer en cours de sciage une opération de

lappage ou de rectification induit par les oscillations de la pièce à scier autour d'un point défini variable ou non avec en plus un meilleur contrôle de la pénétration de l'abrasif le long du chemin de sciage. La fréquence de ce mouvement ainsi que son amplitude peuvent être déterminés en cours de sciage et seront donc une
5 fonction de la forme de la pièce à scier. Cette manière de scier a en plus l'avantage d'avoir un effet de déburrage du fil améliorant ainsi son efficacité de sciage.

Le dispositif de sciage avec le dispositif de contrôle 22 permet donc la superposition au mouvement d'avance Z, d'un mouvement d'oscillation
10 programmé et comprend donc un ensemble permettant de faire osciller autour d'un point A quelconque, défini par l'application, avec une amplitude et une fréquence variable au cours du sciage. Cet ensemble mécanique peut être contrôlé par un système électronique, numérique ou autre. L'utilisation de ce type de dispositif permet de réaliser des pièces de précision accrue.

15 Il est bien entendu que les modes de réalisation décrits ci-dessus ne présentent aucun caractère limitatif et qu'ils peuvent recevoir toutes modifications désirables à l'intérieur du cadre tel que défini par la revendication 1. En particulier, le dispositif de sciage pourra comprendre un nombre de cylindres guide-fils supérieur à deux. La commande des mouvements de translation et de rotation
20 pourra être obtenue par tous les moyens électriques, électromagnétiques, pneumatiques, hydrauliques et tout autres actuateurs. Le mouvement d'oscillation, son amplitude et sa fréquence pourraient être asservis à des organes de mesures de l'état de la surface des tranches. Le dispositif de sciage et le dispositif d'oscillation pourront présenter toute autre construction mécanique. Ainsi, les
25 dispositifs d'oscillations des premier, deuxième, troisième et quatrième modes d'exécution pourront également être utilisés pour produire un mouvement d'oscillation de la nappe de fils, tandis que la pièce à scier reste immobile. Dans une variante complexe, la pièce à scier et la nappe de fils pourront être simultanément ou alternativement sujettes à des mouvements d'oscillations autour
30 d'axes d'oscillations dont la position spatiale est programmable.

Revendications

1. Dispositif de sciage par fil comprenant au moins une nappe de fils (15) susceptible de se déplacer selon un mouvement alternatif ou continu, cette nappe de fils étant appuyée contre une pièce à scier (20) et supportée par des cylindres guide-fils (11,12), des premiers moyens (24) étant prévus pour effectuer un mouvement d'avance relatif entre la pièce à scier (20) et la nappe de fils (15) suivant une direction de découpe (Z) contenue dans un plan de découpe (YZ), des seconds moyens (23) étant prévus pour effectuer un mouvement d'oscillation relatif entre la pièce à scier (20) et la nappe de fils (15) autour d'un axe d'oscillation perpendiculaire au plan de découpe, caractérisé par le fait que les seconds moyens comprennent un dispositif d'oscillation (23) comportant au moins un axe de rotation (28) effectif et des organes mobiles (24,30) agencés de façon à produire un mouvement d'oscillation relatif entre la pièce à scier (20) et la nappe de fils (15) autour d'un axe d'oscillation (A) dont la position spatiale peut être réglée et programmée de façon que cet axe d'oscillation (A) se trouve à une distance (Z) programmable et réglable dudit axe de rotation (28) effectif.
2. Dispositif de sciage selon la revendication 1, comportant au moins une table support (21) sur laquelle la pièce à scier (20) est fixée, caractérisé par le fait que le dispositif d'oscillation (23) est agencé de façon à agir sur la table support (21).
3. Dispositif de sciage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que le dispositif d'oscillation (103) est agencé de façon à agir sur les organes mécaniques (104) supportant les cylindres guide-fils (101,102).
4. Dispositif de sciage selon la revendication 2 ou 3, caractérisé par le fait que le dispositif d'oscillation (23) comprend des premiers organes (27) pour effectuer une rotation (α) autour d'un axe de rotation (28)

perpendiculaire au plan de découpe (YZ), des seconds organes (30) pour effectuer un déplacement suivant une direction parallèle au plan de découpe (YZ) et des troisièmes organes (24) pour effectuer un mouvement de translation suivant une direction confondue avec la direction de découpe (Z).

5

5. Dispositif de sciage selon la revendication 4, caractérisé par le fait que les premiers organes comportent un élément rotatif (27) monté sur les troisièmes organes (24), et que les seconds organes (30) présentent un élément coulissant (31,32) disposé entre l'élément rotatif (27) et la table support (21) sur laquelle la pièce à scier (20) est fixée.

10

6. Dispositif de sciage selon la revendication 5, caractérisé par le fait que les déplacements des premier, second et troisième organes (27,30,24) sont liés par les équations suivantes:

15

$$Z_{\alpha} = \left(\frac{Z_o(1 - \cos \alpha)}{\cos \alpha} \right)$$

$$Y_{\alpha} = Z_o \cdot \tan \alpha$$

où Z_o est égal à la distance séparant l'axe de rotation (28) de l'élément rotatif (27) et de l'axe d'oscillation (A) obtenu;

20

α est l'angle de rotation de l'élément rotatif (27);

Z_{α} correspond au déplacement de translation des troisièmes organes (24); et

Y_{α} correspond au déplacement de translation des seconds organes (30).

25

7. Dispositif de sciage selon la revendication 4, caractérisé par le fait que les seconds organes présentent un élément coulissant (56) disposé entre les troisièmes organes (54) et les premiers organes (58), ces derniers comportant un élément rotatif fixé sur la table support (61) sur laquelle la pièce à scier (20) est fixée, cet élément rotatif étant monté

30

sur l'élément coulissant (56) des seconds organes.

8. Dispositif de sciage selon la revendication 7, caractérisé par le fait que les déplacements des premier, second et troisième organes (58,56,54) sont liés par les équations suivantes :

$$Z_{\alpha} = Z_o (1 - \cos\alpha)$$

$$Y_{\alpha} = Z_o \cdot \sin\alpha$$

où Z_o est égal à la distance séparant l'axe de rotation (60) de l'élément rotatif (58) et l'axe d'oscillation obtenu (A):

α est l'angle de rotation de l'élément rotatif (58);

Z_{α} correspond au déplacement de translation des troisièmes organes (54);

Y_{α} correspond au déplacement de translation des seconds organes (56).

9. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé par le fait que le dispositif d'oscillation comprend deux organes rotatifs (76,77) pour effectuer des rotations (α, β) autour de deux axes de rotation (74,75) perpendiculaires au plan de découpe (YZ) et des organes de translation (78,79) pour effectuer un mouvement de translation suivant une direction confondue avec la direction de découpe (Z).

10. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé par le fait que le dispositif d'oscillation comprend trois organes rotatifs (86,88,90) pour effectuer des rotations (α, β, γ) autour de trois axes de rotation (87,89,91) perpendiculaires au plan de découpe (YZ).

11. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que le dispositif d'oscillation comprend une bascule (104) montée pivotante suivant un axe de rotation (110) perpendiculaire au plan de découpe, les cylindres guide-fils (101,102) étant montés sur au moins un support (106,107) pouvant être déplacé suivant une direction (Y) parallèle au plan de découpe (YZ), des organes de translation (116,117) étant prévus pour

produire un déplacement relatif entre la pièce à scier et ledit axe de rotation (110) suivant une direction confondue avec la direction de découpe (Z).

5 12. Dispositif de sciage selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé par le fait qu'il comprend une unité de commande programmable (35) destinée à contrôler les mouvements de rotation et de translations produits par le dispositif d'oscillation de façon que la combinaison de ces
10 mouvements générés a pour résultat un mouvement d'oscillation autour d'un axe d'oscillation (A) dont la position est susceptible d'être programmée.

13. Dispositif de sciage selon la revendication 11, caractérisé par le fait que
15 l'unité de commande (35) est agencée de façon à produire un mouvement d'oscillation qui peut présenter des amplitudes et des fréquences variables au cours du temps et/ou en fonction de la profondeur de sciage.

20

Fig.1

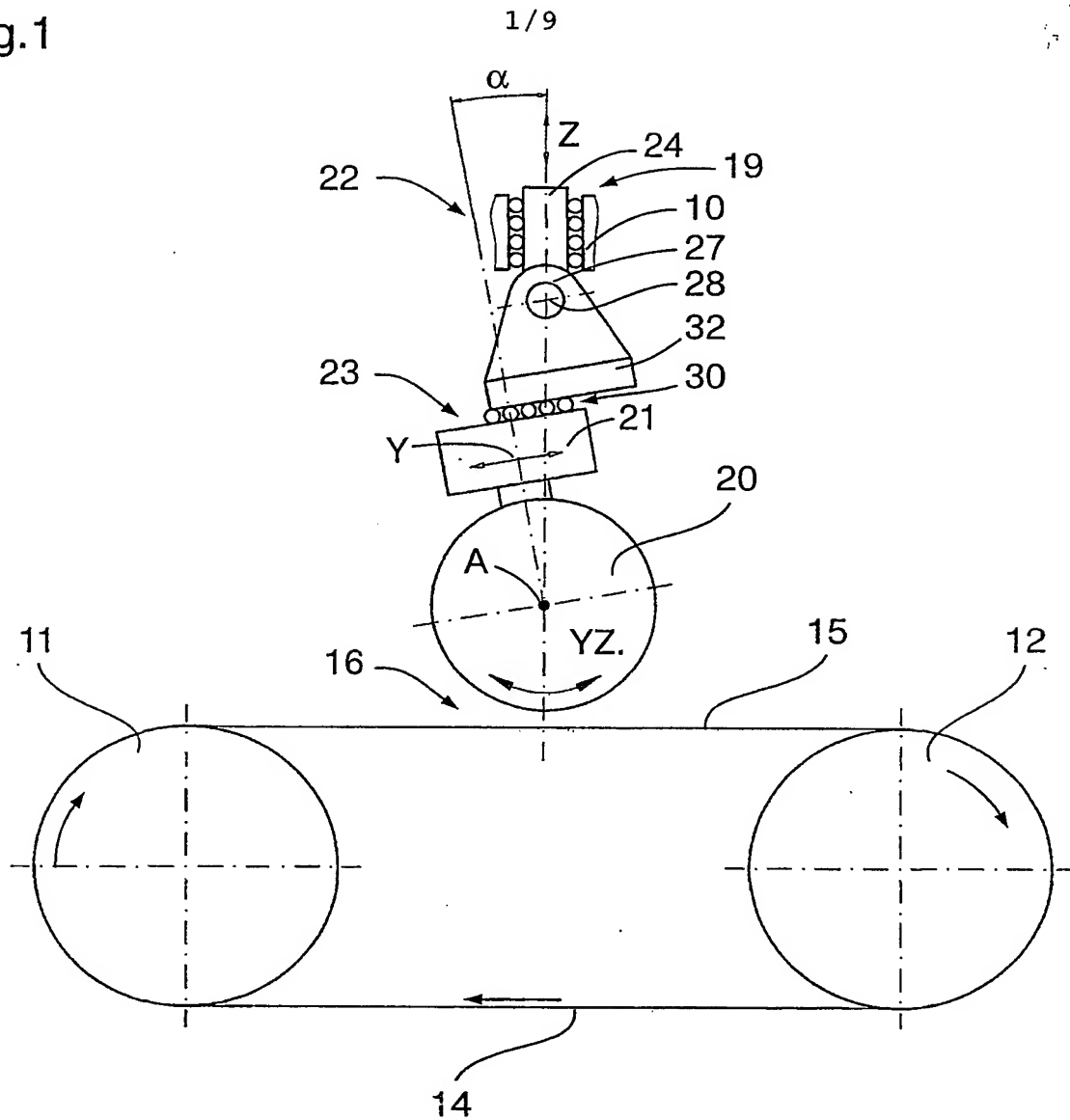


Fig.2

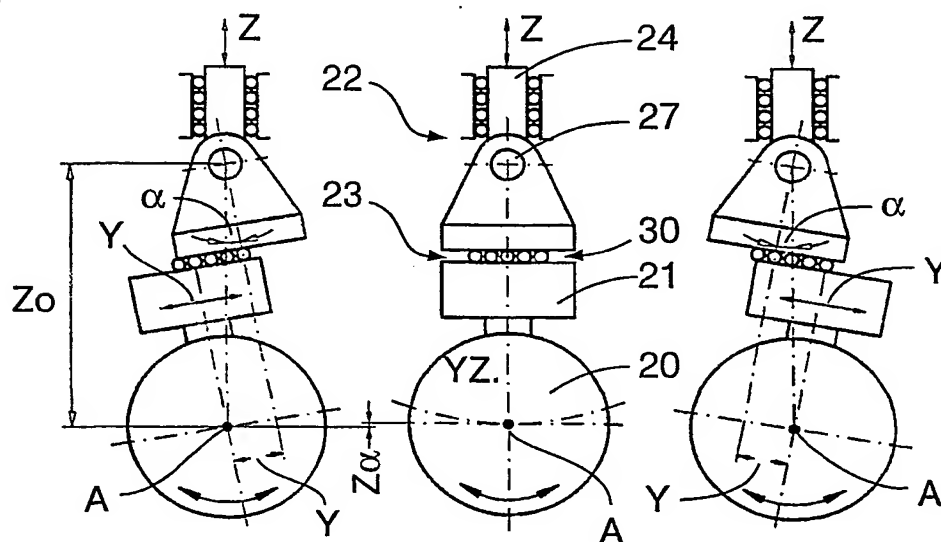


Fig.3

2/9

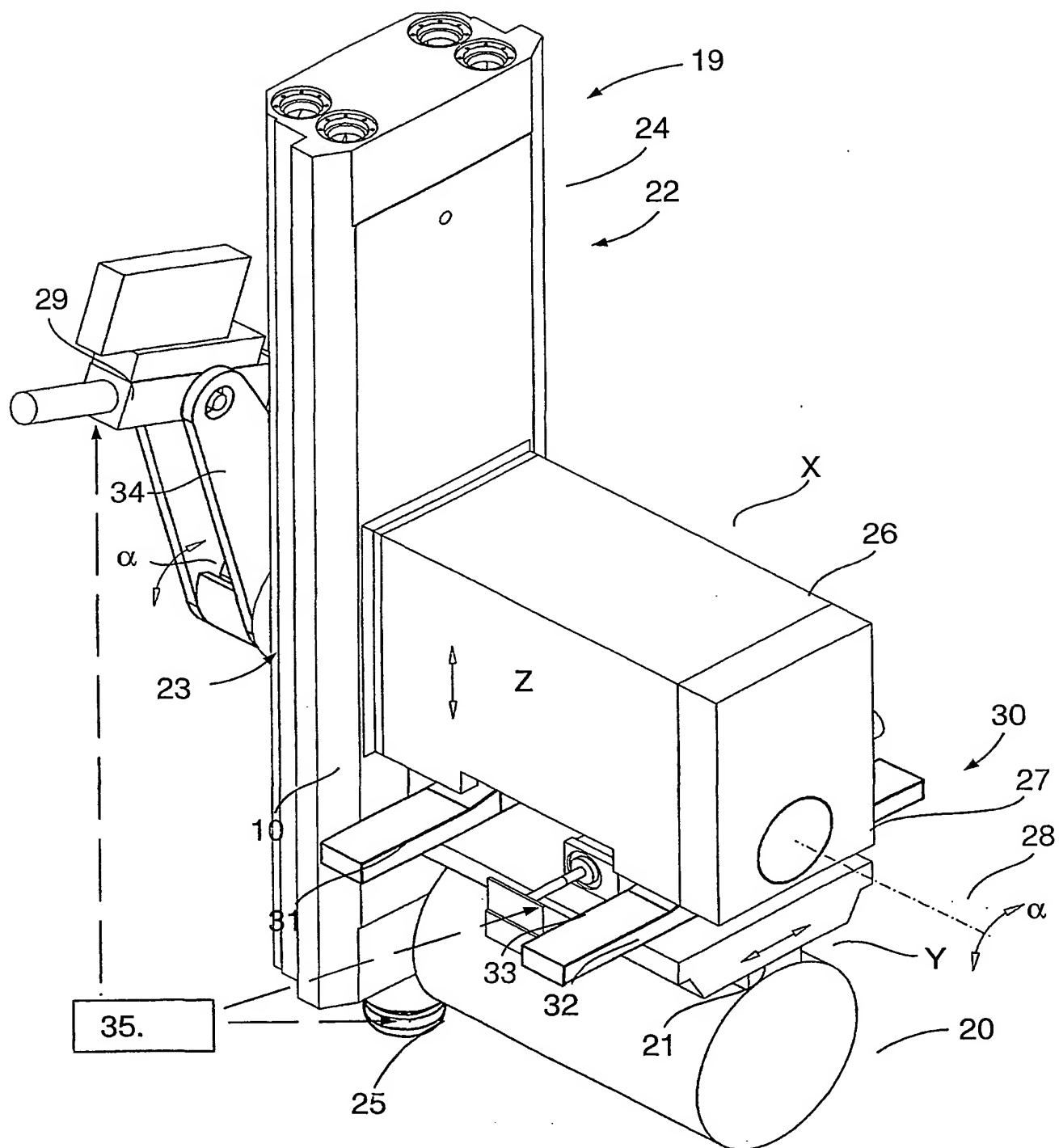


Fig.4

3/9

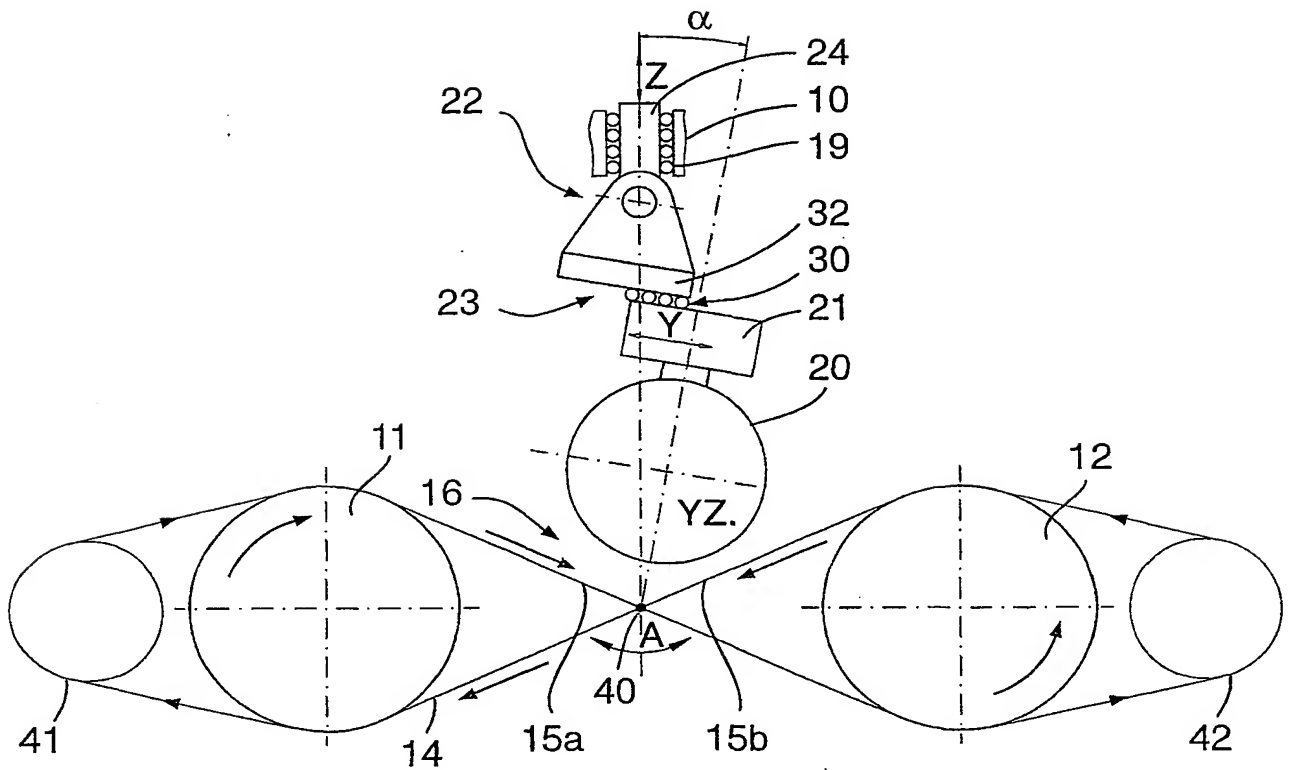


Fig.5

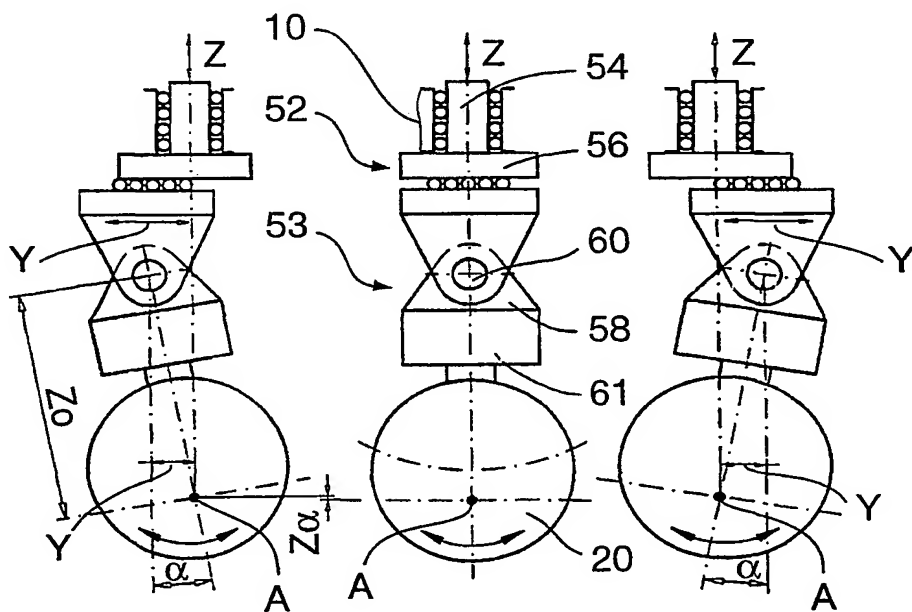


Fig.6

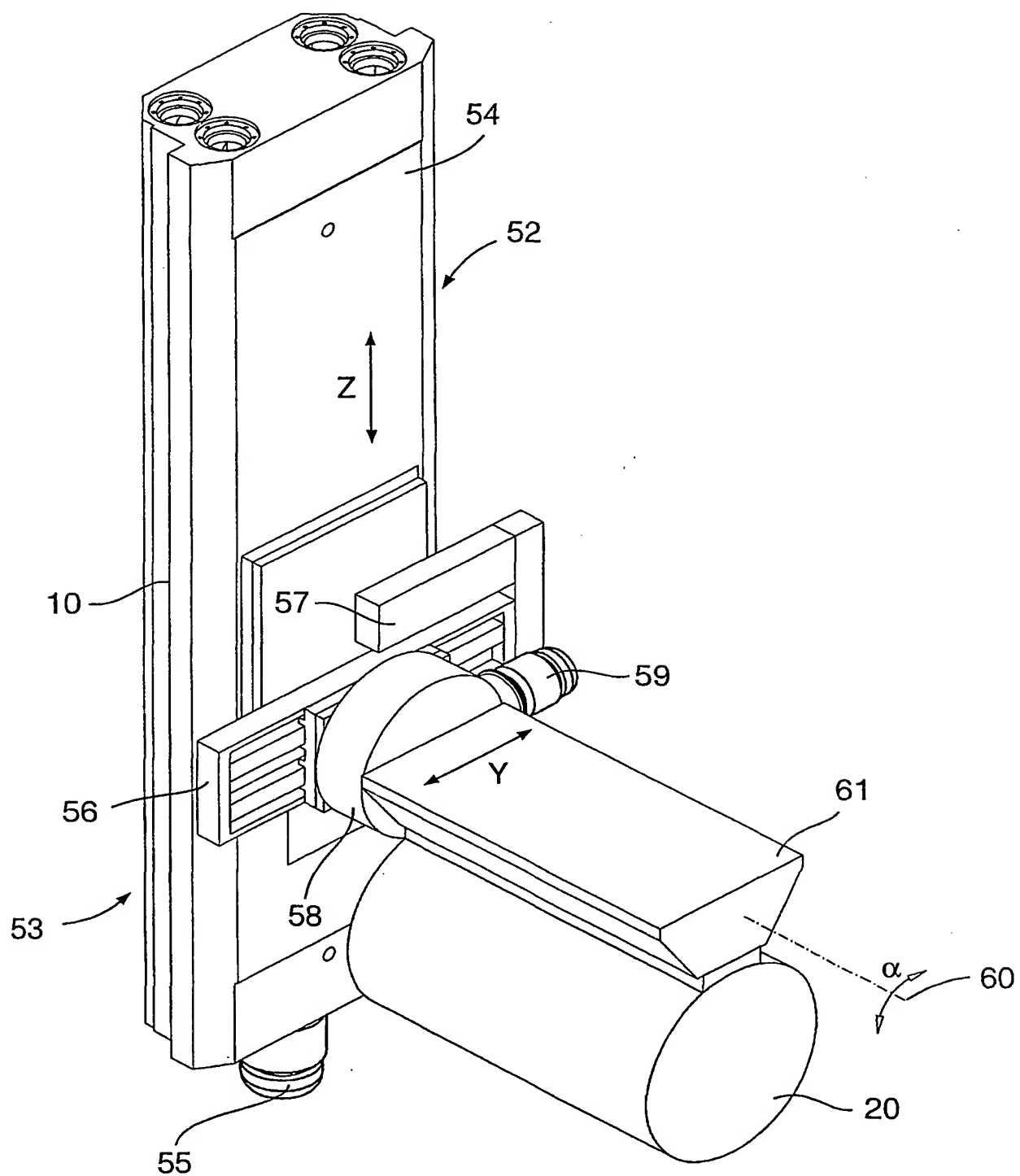


Fig.7

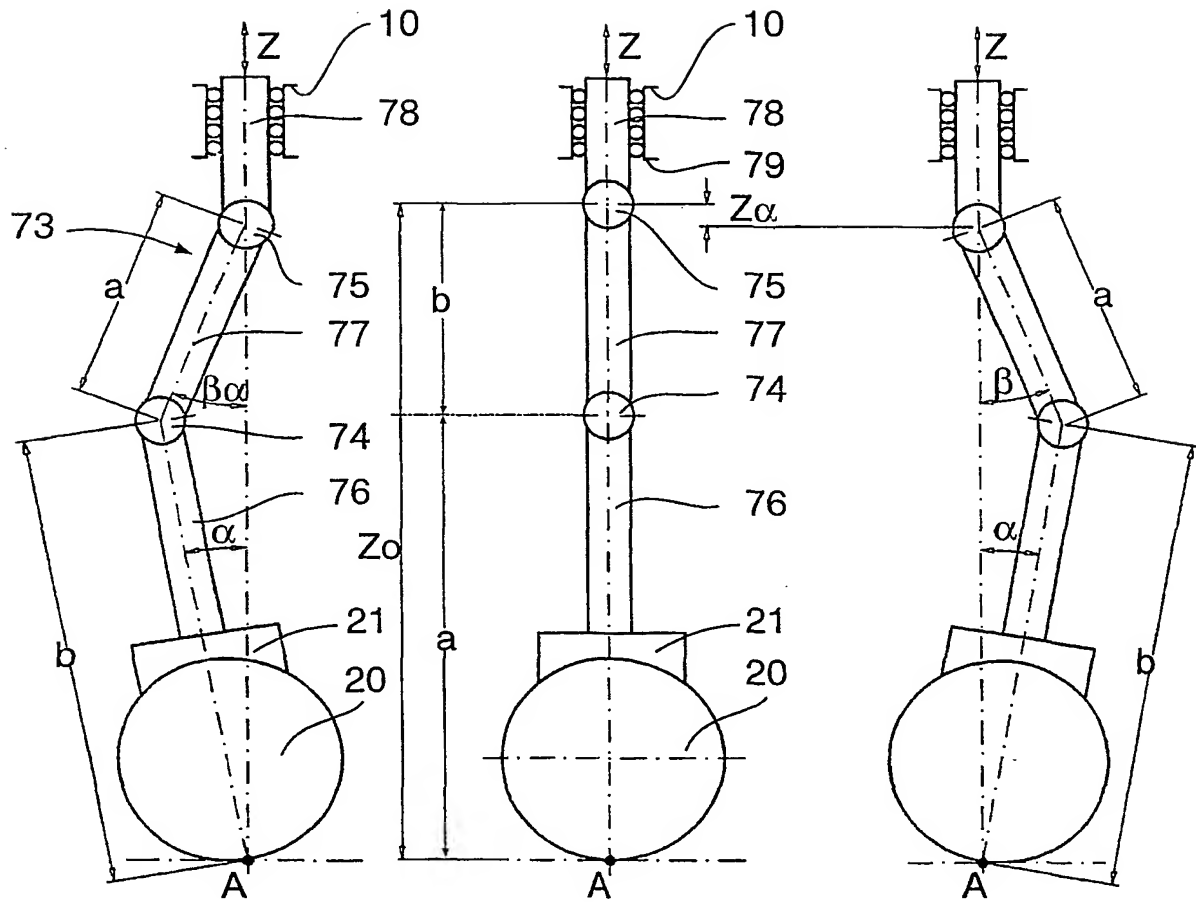
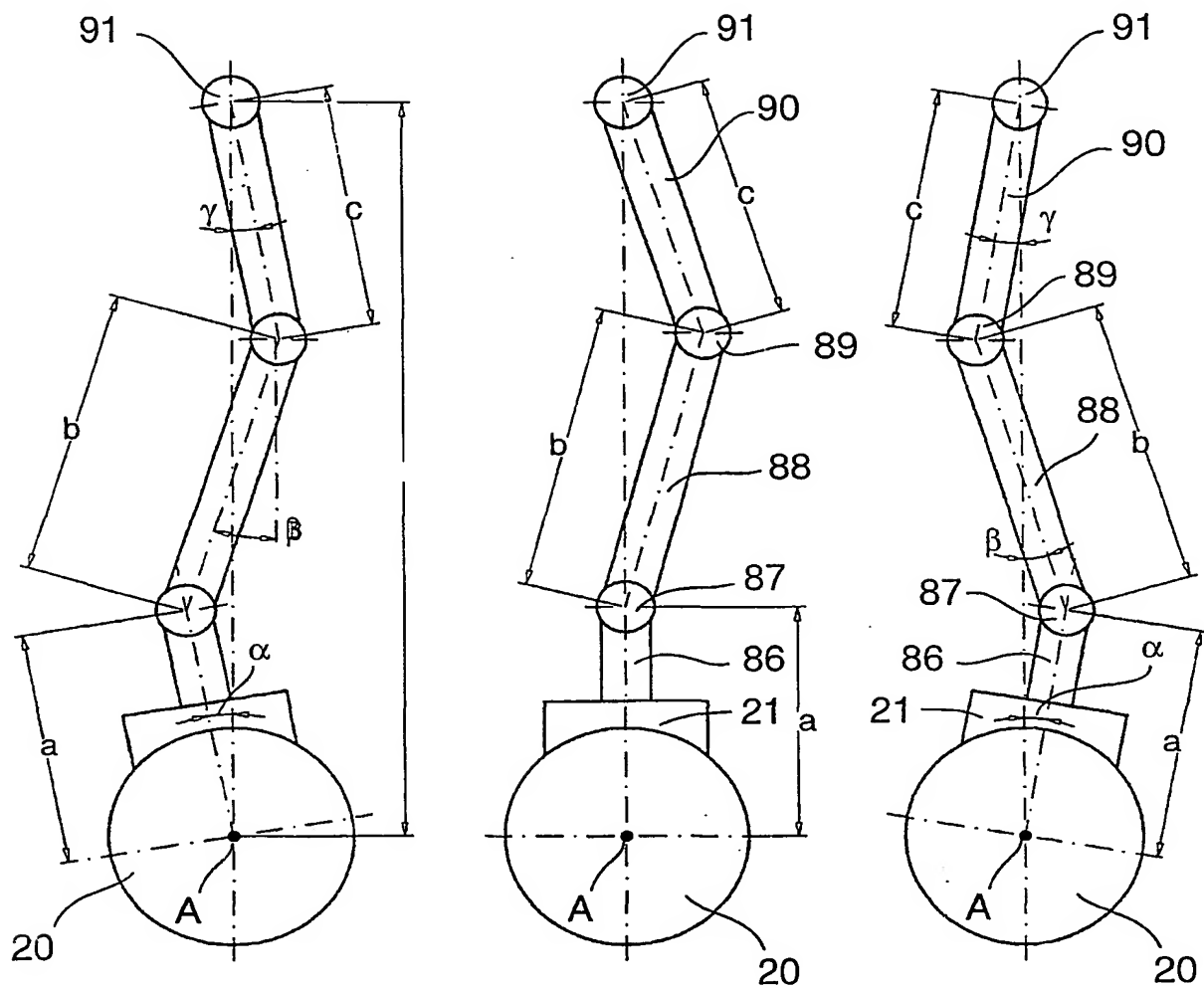


Fig.8

6/9



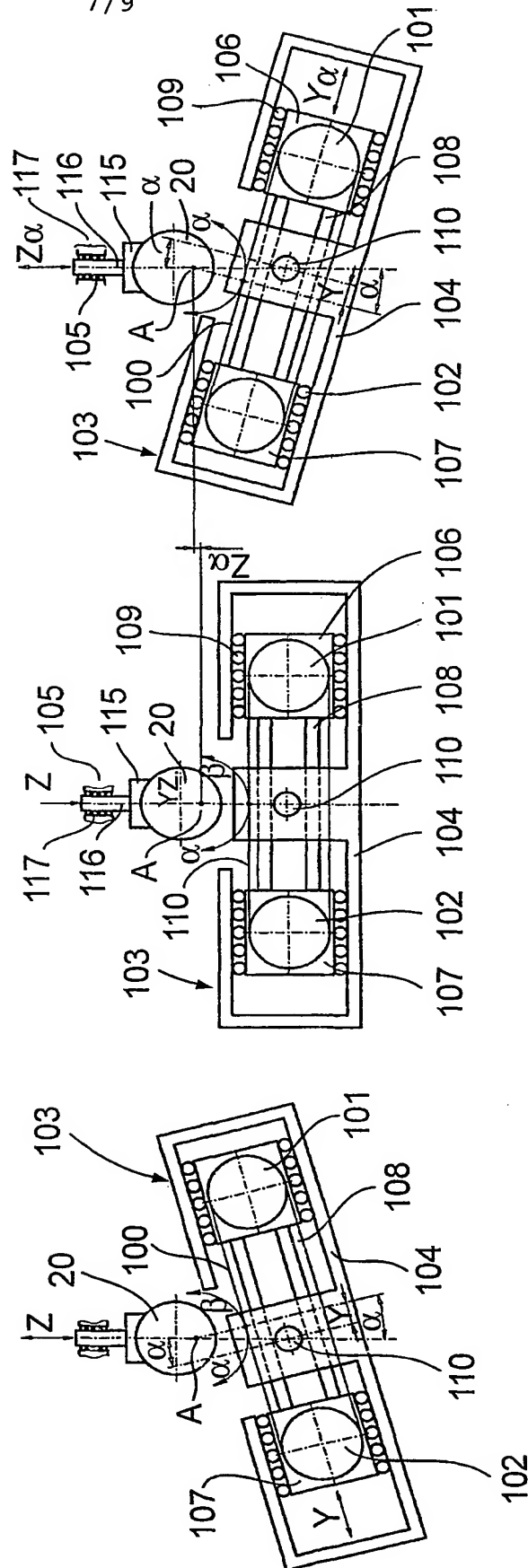


Fig. 9

Fig.10

8/9

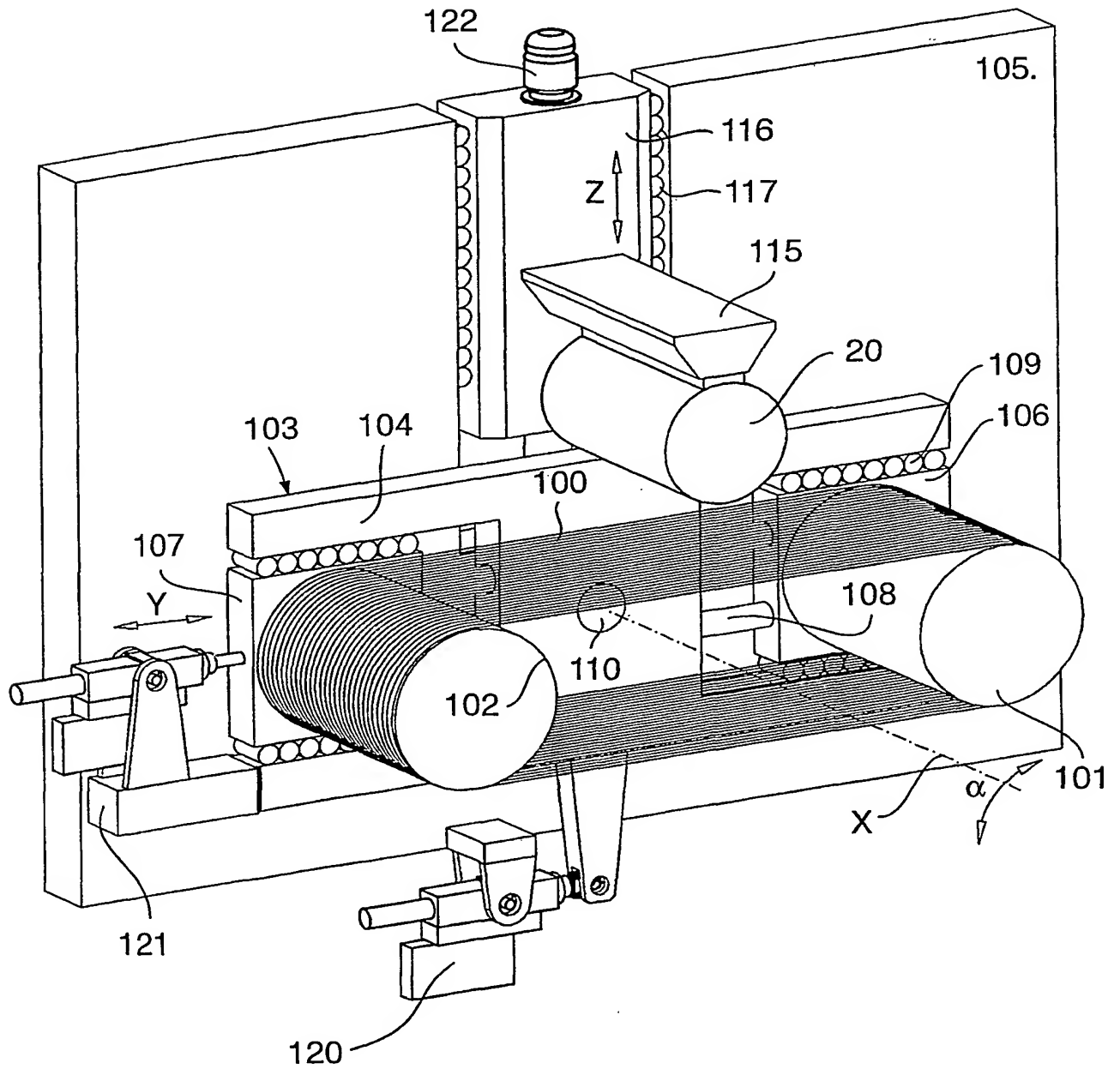
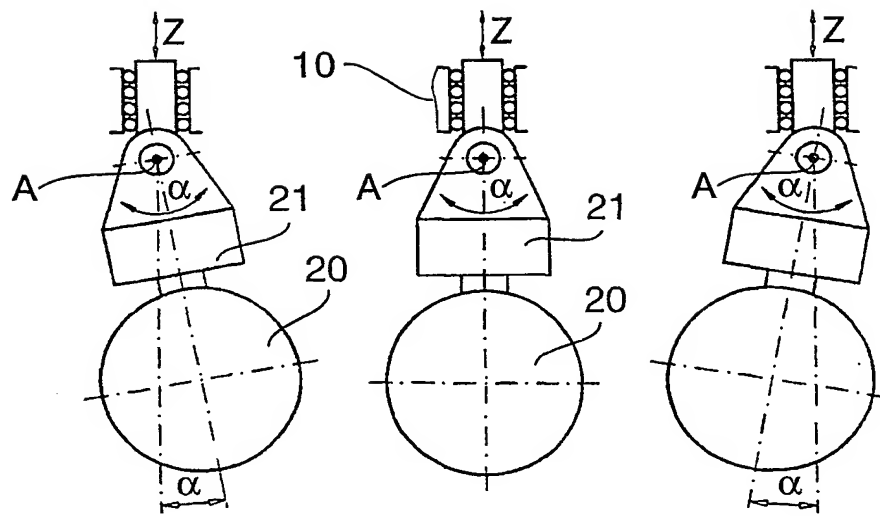


Fig.11

9/9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/IB 01/01624

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B23D57/00 B28D5/00 B28D7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23D B28D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 08, 30 August 1996 (1996-08-30) -& JP 08 085053 A (SHIN ETSU CHEM CO LTD), 2 April 1996 (1996-04-02) abstract	1-4,7,8, 11-13
X	EP 0 953 416 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 3 November 1999 (1999-11-03) the whole document en particulier/ in particular: paragraph '0064! - paragraph '0065! figure 16 --- -/--	1-4,9-13

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 November 2001

Date of mailing of the international search report

15/11/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rijks, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/IB 01/01624

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 842 462 A (SMITH MAYNARD B ET AL) 1 December 1998 (1998-12-01) the whole document en particulier/ in particular: column 3, line 33 - line 54 column 7, line 46 - line 67 -----	1-4, 9, 11-13
A	US 5 052 366 A (MATSUKURA YASUMASA) 1 October 1991 (1991-10-01) column 5, line 15 - line 21 column 7, line 62 - line 68 figures 4, 6, 7 -----	11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/IB 01/01624

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 08085053	A	02-04-1996	NONE	
EP 0953416	A	03-11-1999	JP 11309660 A EP 0953416 A2	09-11-1999 03-11-1999
US 5842462	A	01-12-1998	WO 9800273 A1	08-01-1998
US 5052366	A	01-10-1991	DE 3940691 A1 FR 2655582 A1 GB 2238738 A JP 1171753 A JP 1908815 C JP 6035107 B	13-06-1991 14-06-1991 12-06-1991 06-07-1989 24-02-1995 11-05-1994

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

D le Internationale No
PCT/IB 01/01624

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 B23D57/00 B28D5/00 B28D7/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 B23D B28D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 08, 30 août 1996 (1996-08-30) -& JP 08 085053 A (SHIN ETSU CHEM CO LTD), 2 avril 1996 (1996-04-02) abrégé	1-4,7,8, 11-13
X	EP 0 953 416 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 3 novembre 1999 (1999-11-03) le document en entier en particulier/ in particular: alinéa '0064! - alinéa '0065! figure 16	1-4,9-13
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier *&* document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 6 novembre 2001		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 15/11/2001
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Rijks, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

D de Internationale No
PCT/IB 01/01624

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 842 462 A (SMITH MAYNARD B ET AL) 1 décembre 1998 (1998-12-01) le document en entier en particulier/ in particular: colonne 3, ligne 33 - ligne 54 colonne 7, ligne 46 - ligne 67 -----	1-4, 9, 11-13
A	US 5 052 366 A (MATSUKURA YASUMASA) 1 octobre 1991 (1991-10-01) colonne 5, ligne 15 - ligne 21 colonne 7, ligne 62 - ligne 68 figures 4, 6, 7 -----	11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relat

membres de familles de brevets

D .de Internationale No

PCT/IB 01/01624

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 08085053	A	02-04-1996	AUCUN	
EP 0953416	A	03-11-1999	JP 11309660 A EP 0953416 A2	09-11-1999 03-11-1999
US 5842462	A	01-12-1998	WO 9800273 A1	08-01-1998
US 5052366	A	01-10-1991	DE 3940691 A1 FR 2655582 A1 GB 2238738 A JP 1171753 A JP 1908815 C JP 6035107 B	13-06-1991 14-06-1991 12-06-1991 06-07-1989 24-02-1995 11-05-1994